

# タップ要素の測定と切削モーメントについて

加 藤 正

On the Measurements of Tap Elements and Tapping Torque

Tadasi KATŌ

The author has been researching on the accuracies and torque of tapping. In this report, the measurements of tap elements and tapping torque for  $\frac{1}{2}'' \times 12^T$  and  $\frac{3}{8}'' \times 16^T$  hand taps are treated.

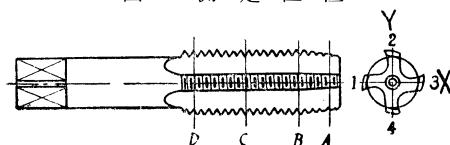
## 1. 緒 言

筆者はタップ加工の精度および切味に関して研究中であるが、現在は本格的結論を発表すべき段階でない。よつて今回は、研究初期に行つたタップ要素の測定を主として述べ、あわせて前記タップによる切削モーメントを記すに止めたい。

## 2. 供試タップと測定位置

供試タップは手回シタップ（ウイト並目ネジ用） $\frac{1}{2}'' \times 12$ 山 および  $\frac{3}{8}'' \times 16$ 山 で、前者には A1, A2, B1, B2, C1が、後者には A3, A4, A5, B3, D1 が所属する。ローマ字は製作所の暗号、数字は製作所別通し番号である。各組は 1, 2, 3 番タップからなり、#1, #2, #3 で示す。

図-1 はタップ要素の測定位置を表わす。



## 3. $\frac{1}{2}'' \times 12$ 山手回シタップ要素の測定と切削モーメント

### 3-1 外 径

精度の良いマイクロメータで外径（最大値）を測つた値を表-1 に示す。

A2 #1, B1 #1 のように総ての位置で良く一致した値を有するものもあるが、X方向、Y方向で僅少の差を有するものが多く、また軸方向に若干のテーパが見られるが、B1 #3 などを除けば、おおむね尖端部の方が大になつている。

### 3-2 有 効 径

三針法によつた。針径実測値は 1.190mm で

表-1 外径の測定値 mm

タ ッ プ		測 定 位 置					
組別	番号	BX	BY	CX	CY	DX	DY
A1	#1		12.817	12.810	12.817	12.798	12.799
	#2	12.815	12.816	12.815	12.816		
	#3	12.800	12.803	12.800	12.803		
A2	#1	12.795	"	"	"	"	"
	#2	12.790	12.795	12.788	12.790	12.780	12.780
	#3	12.798	12.802	12.790	12.788	12.782	12.780
B1	#1		12.819	12.820	12.819	12.820	12.818
	#2			12.805	12.805	12.805	12.806
	#3	12.819	12.819	12.821	12.824	12.828	12.828
B2	#1	12.758	12.760	12.762	12.760	12.765	12.764
	#2			12.775	12.774	12.770	12.769
	#3	12.760	12.763	12.759	12.762	12.758	12.759
C1	#1	12.758	12.754	12.758	12.754	12.759	12.754
	#2		12.791	12.785	12.790	12.785	12.790
	#3	12.812	12.812	12.809	12.809	12.806	12.806

$$d_2 = M - 3.16568d_0 + 0.96049p = (M + 0.96049p) - 3.7671\text{mm}$$

表-2 M の測定値 mm

タ ッ プ		測 定 位 置							
組 別	番 号	AX	AY	BX	BY	CX	CY	DX	DY
A1	#1	13.117	13.117	13.117	13.117	13.117	13.117	13.116	13.116
	#2		13.085		13.085	13.083	13.082		
	#3	13.138	13.137	13.138	13.137	13.137	13.138		
A2	#1	13.131	"	"	"	"	13.132		
	#2	13.122	13.121	13.122	13.121	13.122	13.120		
	#3	13.121	13.121	13.121	13.121	13.121	13.122	13.121	13.121
B1	#1	13.133	13.132	13.133	13.132	13.133	13.133	13.133	13.133
	#2	13.134	13.134	13.134	13.134				
	#3	13.133	"	"	"	"	13.132		
B2	#1	13.100	"	"	"	"	"	13.097	13.097
	#2	13.104	13.104	13.104	13.105	13.104	13.105	13.104	13.105
	#3	13.104	13.103	13.104	13.103	"	"	"	"
C1	#1	13.129	13.131	13.129	13.131	13.128	13.128	13.131	13.129
	#2		13.134	13.134	13.132	13.129	13.129		

D部は実際には使用しない部分であるが、他部と似た値を示したもののだけを掲げた。ピッチの測定後、計算に妥当と思われるpの値を入れてC部における有効径( $d_2$ )の値を計算し、基準値からの偏差を求め 表-5 に掲げた。

### 3-3 ピ ッ チ

工具顕微鏡測定器により、#2、#3につき隣接する2山間のピッチ誤差を順次測定した。各組のタップの程度を示すために、誤差範囲を表-3に示す。

C1は研磨(最高級)、A1およびB2は研磨、A2は転造、B1は旋削であつたことを附記しておく。

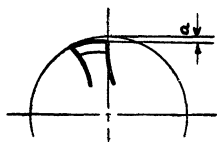
### 3-4 ネジ山の角度

第1にC1について測定を行つたところA、B、C、Dの各位置の値はほとんど等しく、かつまたCX<sub>1</sub>、CX<sub>2</sub>における値もかなり良く一致した。よつて他のタップもCX<sub>1</sub>、CX<sub>2</sub>だけで測定した。その結果はJISの公差範囲に十分入つている。

### 3-5 外径の2番(B部)

タップを2個のセンタで支えて回し、ミニメータと理研の測微指示計で測定したが、なかなか難しい。SIPの小型マイクロイン

図-2 2番の測定



ジケータが適するという人もいる。

表-4の値で $\mu$ の桁のものは意識してつけた2番ではないと思う。

シュレジンガーは「研磨盤は2番を与えぬようにセットされてもランド毎に数 $\mu$ の2番を与える。」と述べている。0.02mmとか0.03mmとかは明かに設計された2番と思う。これ位の2番は切削モーメントに著しく

表-3 ピ ッ チ 誤 差

タ ッ プ		ピ ッ チ 誤 差
組別	番号	の範囲 $\mu$
A1	#2	-1 ~ +5
	#3	中 止
A2	#2	-2 ~ +11
	#3	面汚く測定困難
B1	#2	-2 ~ +7
	#3	+3 ~ +11
B2	#2	0 ~ +6
	#3	+2 ~ +10
C1	#2	-3 ~ +3
	#3	-1 ~ +3

表一4 2番の測定値  $\mu$  (mm以外)

タ ッ プ		測 定 位 置			
組別	番号	1	2	3	4
A1	#1	2.8, 3, 4.1 など			
	#2	2, 4 など			
	#3	3.8, 5.8, 6 など			
A2	#1	約 0.01mm			
	#2	} 約 0.03mm			
	#3				
B1	#2	4	3.6	2.6	
	#3	2 など			
B2	#1 #2 #3	0.02~0.03mm			
C1	#2	3.5	3.2	4.6	
	#3	3.7	3.9	3.8	3.8

影響する(数値は後日確実なものを発表したい)。なおタップの中には、タップ回転中に指針の動きの向が正常と逆のものや一定しないものも稀に見受けられるが、これは面白くない。

### 3-6 掬 角

筆者は掬角の一測定法を発表した。<sup>(2)(3)</sup>詳細は(3)を参照されたい。

### 3-7 喰付の山数と円錐角度

### 3-8 ランド、溝の巾および芯厚

ランドおよび溝の巾は4方向の平均値(B部)、芯厚(尖端附近)は2方向の平均値を求め外径の基準値で割った値を計算した。ランドおよび溝の巾は軸方向位置でごく僅かづつ異っていたが今回はB部の値をとった。

3.6, 3.7, 3.8 関係の値も 表一5 に示す。

### 3-9 溝 面 積

溝面積の切削モーメントに及ぼす大きな影響も数量的に大体見当はついた(後日発表)。溝面積+外径円面積を求めるために軸方向写真を撮り、これを拡大しプラニメータを使用して目的を達した。表一5 に4溝の平均値の外径円面積に対する比(%)を示す。表には表われないが、B1, B2 は4個の溝面積が極めて均等である。

### 3-10 カ タ サ

タップカタサの測定については文献(4)で述べたが、今回のタップのカタサを表一5に併記する。切味には関係なくても参考になると考える。

### 3-11 切削モーメント

各要素の測定について詳述したが、これらのタップを使つた切味試験について述べる。

試験片は共析炭素鋼で H<sub>R</sub>B92.5, 引張強さは 60 kg/mm<sup>2</sup>, 厚さは 約 13mm である。試験は 10.5mm, 10.8mm, 11.0mm の下孔(ドリル孔)の3種であり、切削油としては十分な菜種油を供給した。

ボール盤主軸(タップ)の回転数は 36回/分であり、切削モーメントの測定には E・M・S 式ドリルタップ切味試験機を使用した。ここでは、10.8mm の下孔に対する最大切削モーメントだけを示して比較に供する(表一5参照)。

トルクの記法を説明すると、たとえば 202(2・3・4) は 2, 3, 4 回目のトルクの平均値が 202cm・kg なることを示し、C1 #2 の 390 8(7) は #1 でネジ立した試験片にさらに #2 でネジ立したことが 1 回、1 個宛の試験片に #2 でネジ立したことが 7 回 計 8 回目のトルクである。C1 #3 の 8(5) は #2, #3 を同一試験片に併用したことが 3 回、#3 単独使用が 5 回 計 8 回目のトルクである。

表—5 要素測定値と最大切削モメント (1/2"×12山)

タ ッ プ		最大 ト ル ク		タ ッ プ の 要 素										喰 付			
番 号	組 別	Mmax cm·kg		材 質	カ タ サ HRC	ネ ジ 加 工 法	山 頂 の 形	有効径関係 (C部)		2 番	ラ ン ド、溝、芯 厚			角 掬	山 数	角 度 (半 角)	
		試験片厚さ13mm 下10.8mm 共析炭素鋼 タッブ回転数36回/分 切削油—菜種油	SKS <sub>2</sub>					有 効 径 mm	偏 差 +μ		M の 値 mm	平と横 均外の 溝径比 面円 横面	薄の 比 巾、外 径				ラ ン ド、外 径
#1	B1	170 (2.8)	SKS <sub>2</sub>			旋	丸		13.133	○		0.460	0.303	0.462	5°30' 7°14'	12.8	3°18'
	B2	202 (2.3~4)	"			研	"		13.100	0.02~0.03		0.447	0.314	0.478	5°9' 5°11'	12.9	3°16'
	A2	243 (2.6)	"		63	転	"		13.131	0.01~0.02		0.489	0.275	0.454	11°27' 11°46'	14.2	3°13'
	A1	271 (4.5)	"		61.5	研	平		13.117	○		0.500	0.251	0.452	12°32' 12°40'	13.9	3°7'
	C1	423 (4.5)	SKH		60	研	"	11.394	50	○		0.421	0.339	0.488	7°20'	10.3	4°0'
#2	B2	190 (2)	SKS <sub>2</sub>			研	丸		13.104	0.02~0.03		0.461	0.307	0.511	2°6'~3°41'	4.7	9°42'
	B1	185 (3.4) 210 (6)	"			旋	"		13.134	○		0.470	0.292	0.501	5°17'~7°18'	5.8	7°18'
	A2	223 (3.6)	"		63.5	転	"		13.122	約 0.03		0.516	0.247	0.452	13°0' 13°16'	5.9	7°3'
	A1	323 (2.3)	"		61.5	研	平		13.083	○		0.516	0.242	0.452	18°38'~22°3'	6.5	6°45'
	C1	390 8(7)	SKH		59.5	研	"	11.395	51	○		0.433	0.333	0.498	14°31' 15°10'※	5.0	9°20'
#3	A2	295 (5.6~8)	SKS <sub>2</sub>		64	転	丸		13.121	約 0.03	12.3%	0.513	0.249	0.452	13°9' 13°24'	1.8	23°59'
	B1	295 (4)	"		59.5	旋	"	11.406	62	○	12.3	0.477	0.277	0.496	8°20'~9°30'	1.5	30°48'
	B2	348 (5~6)	"			研	"	11.376	29	0.02~0.03	10.7	0.464	0.298	0.492	2°13' 2°40'	1.6	30°53'
	A1		"		61	研	平		13.138	○	11.4	0.517	0.239	0.452	17°11'~20°28'	1.9	24°36'
	C1	408 8(5)	SKH		60.5	研	"	11.395	51	○	10.2	0.459	0.311	0.500	4°13'	1.4	31°47'
備 考						転は転造			M は 三 針 法 に お け る	○印は意識 して2番を とつてない もの ~のあるの は概略値	C1は 何れも 他に比 し小			~のついたもの は4刃全部測定 他は一部の測定 例 ※はメーカ以外 で研直したもの			

(附記) 喰付の2番は省いてある。

#### 4. 3/8''×16山手回シタップ要素の測定と切削モーメント

多くの要素の測定については、前章において、気づいた点を詳しく述べたので、本章においては精度からみて拙いタップの例と、前に扱っていない喰付の2番に関する事項とに関して紹介し、最後に各種要素の測定結果ならびに切味試験の結果を挙げることにする。

##### 4-1 精度上拙いタップの例

D1 #2 では、ネジ山全角の誤差が  $-2^{\circ}22'$  に達しており、これは JIS 4 級の半角の角度差  $\pm 45'$  に照してみても酷い値だと思う。また D1 #3 の場合 C 部における有効径偏差は  $+130\mu$  程度になり、JIS の 4 級の上の寸法差  $+75\mu$  を遥かに超えている。さらに外径または喰付部の凹凸が極めて大である。また D1 #1 はネジ表面も著しく粗い。精度の上で拙い D1 の各タップが他社のものに比較して切味も一般に悪いことは当然で、切削試験の結果明かに認められる (表-7 参照)。製作技術の向上が望ましい。

##### 4-2 喰付の2番

実測が正確でなかったため数値は示さないが、これに関し、二記しておく。

某社でヨハンソンのタップを実測し 表-6 の値を得たという。

表-6 喰付の2番 (ヨハンソンの実例) mm

番 号 サイズ	#1 (Taper)	#2 (Plug)	#3 (Bottoming)
3/4'' × 10山	0.18	0.18	0.28
1'' × 8山	0.12	0.17	0.32

逃げを角度で規定している会社もある。

##### 4-3 切削モーメント

被削材としては、炭素工具鋼第7種 (SK 7) を用いた。試験片は厚さ 10mm の板材で数本あり、カタサは H<sub>R</sub>B で 96, 98, 99 位のものが混っていた。H<sub>R</sub>B が 96 の時と 99 の時では後者が数% 高いトルクを現わす実例<sup>(5)</sup>が発表されており、毎回の試験片のカタサを詳記しておくべきであつたが、手違のため洩れた。従つて 表-7 記載のトルクの値を見る時は、この点御注意ありたい。ボール盤主軸 (タップ) 回転数は 36 回/分、切削力測定装置には E・M・S 式試験機、切削油としては十分な菜種油を用いたことは前章同様である。下孔としてはドリルで穴けた 75% 下孔 (7.9mm) を用いた。

次表に示す最大トルクは大体第 1 回から第 3 回乃至第 5 回に至る値の平均値である。

表-7 を見れば前回同様溝面積の大きい影響がわかる。ただ B3 #1 および A3 #2 のトルクには多少の疑問がないわけでもない。4-1 で詳述した通り D1 に属するものは精度、仕上面などでかなり見劣りするもので、トルクの点も他に較べて劣っている。しかし前にも述べたように、精しくトルクを比較するには、被削材のカタサその他に一層の注意を払う必要があろう。

表一7 要素測定値と最大切削モメント ( $\frac{3}{16}'' \times 16$ 山)

タ ッ プ		最大 ト ル ク		タ ッ プ の 要 素											
番 号	組 別	Mmax cm·kg 試験片厚さ 10mm 下孔 7.9mm カタサ HRB 96-98-99 材質 SK7 タツプ回転数 36回/分 切削油 菜種油	材 質	カ タ サ HRC	ネ ジ 加 工 法	山 頂 の 形	有 効 径 関 係			2 番 外径の2番 mm	ラ ン ド、 溝、 芯 厚 平と面積の比 溝外比 mm	ラ ン ド、 溝、 芯 厚 溝巾、 外 径 の 比	ラ ン ド、 溝、 芯 厚 径の比 の 比	角	喰 付 山 角 度 (半 角)
							有 効 径 mm	偏 差 μ	M の 値 mm						
#1	B3	52	SKS <sub>2</sub>	62.8	旋	丸		+75		○	11.6%			1°3'~2°38'	12.9 2°47'
	A5	70	"	61.2	研	平		+15		○	13.1			7°14'~9°57'	13.0 3°27'
	A3	97	"	60.2	"	"		+47		○	12.6			10°3'~14°14'	10.8 3°21'
	A4	102	"	59.7	"	"		-3		○	11.1			4°24'~7°32'	11.3 3°23'
	D1	109	SKH	61.8	旋	丸		-28		凹凸著し	11.4			10°24'~13°9'	11.1 3°44'
#2	A5	86	SKS <sub>2</sub>	64.6	研	平		+33		○	13.2			8°13'~12°6'	6.0 6°27'
	B3	114	"	60.4	旋	丸		+69		○	11.5			3°30'~7°20'	5.5 7°7'
	A4	120	SKS <sub>2</sub>	57.3	研	平		+16		○	11.5			5°41'~7°57'	5.4 8°52'
	D1	131	SKH	60.1	旋	丸		+56		凹凸著し	11.6			2カ所 約3° 2カ所 約9°	4.8 8°53'
	A3	138	SKS <sub>2</sub>	58.9	研	平		+26		○	12.6			4°3'~5°44'	5.0 8°29'
#3	B3	128		59.5	旋	丸		+73		○	11.4			1°13'~2°7'	1.5 30°30'
	A5	128	SKS <sub>2</sub>	60.6	研	平		+35		○	13.1			4°39'~7°42'	1.7 28°27'
	A3	163	"	57.1	"	"		+48		○	11.8			4°18'~7°21'	1.8 23°39'
	A4	204 (1回目)	"	56.5	"	"		+48		○	11.8			4°5'~7°46'	1.7 23°45'
	D1	204 (1回目) 2回目に破損	SKH	—	旋	丸		+132		凹凸著し	12.4			1°29'~4°47'	—
備 考		B3#1はトルクが非常に小に求まったが、トルクの認定の誤か優秀な成績をあげるべき原因が潜んでいたのか不明である。			省 略			凹凸著しき D1 を除き 何れも○印 即ち意識した2番はと っていない			省 略				

## 5. 結 言

タップの各要素が切削モーメントにいかに関与するかについては、定性的には良くわかってい  
る。また定量的にも有効径、掬角その他に関して若干実験結果も発表されている。しかし甲、乙の  
タップに切削試験を行いトルクに差が現われたとしても、各要素別の影響量を適確に判定すること  
は、必しも容易でない。なおこの場合試験条件の斉一も保たねばならない。一方タップと被削メネ  
ジの精度が多数回のネジ立を行う場合に如何に変化するか特に有効径拡大代の問題は今までも発  
表した人があるにはあるが、今後まだ研究すべきだと思う。今回はタップ要素の測定結果に重点を  
おいて述べ、ついでに切味のおよその見当を発表し、調査の結果大いに技術向上をして戴き度い製  
作所のあることを附加したに止まる。深く進んだ研究結果を発表出来る日の近いことを念じてい  
る。

## 文 献

- (1) G. Schlesinger : Taps, Their Correct Design and Efficient Use, Machinery Vol. 58 July 3, 1941
  - (2) 加藤正 : タップ掬角の測定法 工業教育 1 巻 2 号 (1953年12月), 233頁
  - (3) 加藤正 : タップ掬角の測定法 (詳説) 富山大学工学部紀要 7 巻 1,2号(本号)
  - (4) 加藤正 : 堀茂徳:微小ピッカースカタサの測定—タップへの適用と一般論 富山大学工学部紀要 6 巻 1, 2号 (1955年3月), 96~100頁
  - (5) ナチ製品の現状について (不二越鋼材 K. K. 出版物)
  - (6) 白石健二 : タップ立てによるメネジ有効径の精度, 機械技術 2 巻 (1954年), 742~745頁
- 附記 本論文は昭和28年5月15日の機械学会, 精機学会共催長岡地方講演会と昭和29年6月4日の両学会共催浜松地方講演会で発表したものである。